

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

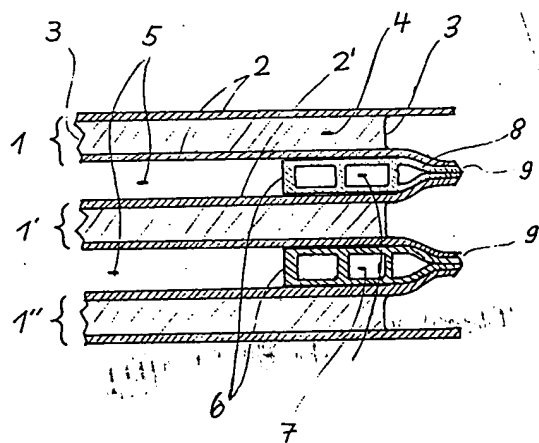
EP 0315052

MAY 1989

<p>89-139077/19 A88 J08 ROHG 02.11.87          ROHM GMBH *EP -315-052-A          02.11.87-DE-U14559 (10.05.89) F28d-09/02 F28f-03/12  <b>Simple plastic heat exchangers - consist of stack of double skin sheets alternating with similar but with cross-laid webs and with edges bonded together along width</b>          C89-061446 R(AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE)</p>	A(12-W11G) J(8-C2)
<p>A cross-flow heat exchanger consists of a stack of double-skin plastic sheets bonded together each of which has two surface skins and cross-webs bonded to them to form parallel flow chambers. A number of these sheets are laid together with their flow chambers lying parallel out with one sheet in the cross-direction alternating between pairs. The surface skins adjacent to a cross-flow sheet have their ends sloping towards each other over the intermediate chamber and they are bonded together across the whole width.</p> <p><b>ADVANTAGES</b>          The complete structures provide an efficient flow pattern. They are simple to produce and reliable when made.</p> <p><b>EMBODIMENTS</b>          The double-skin sheets (1) are disposed parallel with</p>	<p>their ends open so that liquid can flow across in the extruded direction. Between the sheets (1) however the internal spaces (5) are closed off in that direction so that liquid flows at right angles. The skins (2,2') are bent down over those cross-flow sheets and are bonded together along the width.</p> <p>The bend in each shaped edge is the same, so that the sheet skins meet at the midplane between skins and the thickness (5) of the intermediate sheets formed is about the same as that (4) of the other sheets. Inserted spacers (6) as shown stiffen the overall structure where desired.          (6pp1007RBHDwgNo1/1).          (G) ISR: EP--44561 US3274672 FR2318398 US1409967 DE3137296          FR2449261 US2959401.</p> <p>EP-315052-A+</p>

© 1989 DERWENT PUBLICATIONS LTD.  
 128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England  
 US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Boulevard,  
 Suite 303, McLean, VA22101, USA  
 Unauthorised copying of this abstract not permitted.

THIS PAGE BLANK (USPTO)



EP-315052-A

© 1989 DERWENT PUBLICATIONS LTD.  
 128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England  
 US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Boulevard,  
 Suite 303, McLean, VA22101, USA  
 Unauthorised copying of this abstract not permitted.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

**0 315 052  
A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 88117901.4

(51) Int. Cl. 4: F28D 9/02, F28F 3/12

(22) Anmeldetag: 27.10.88

(30) Priorität: 02.11.87 DE 8714559 U

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
10.05.89 Patentblatt 89/19

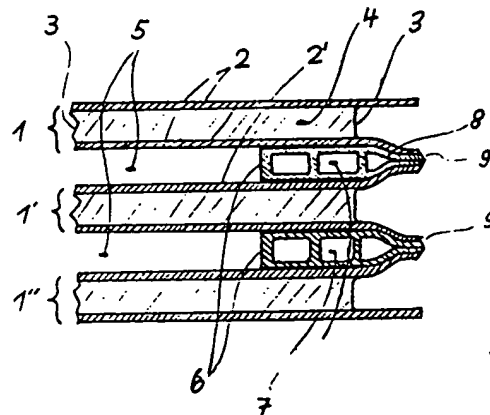
(94) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(71) Anmelder: Röhm GmbH  
Kirschenallee Postfach 4242  
D-6100 Darmstadt 1(DE)

(72) Erfinder: Emmerich, Friedel  
Weinbergstrasse 29a  
D-6104 Seeheim-Jugenheim(DE)  
Erfinder: Franltza, Dieter  
Karlsbader Strasse 10  
D-6100 Darmstadt(DE)  
Erfinder: Hartmann, Heinrich  
In der Aue 17a  
D-6101 Reichelsheim(DE)  
Erfinder: Kerk, Klaus  
Bessunger Strasse 10a  
D-6103 Grlesheim(DE)

(54) Kreuzstromwärmetauscher aus Kunststoff.

(57) Kreuzstrom-Wärmetauscherkörper aus einem Stapel verbundener, parallel durchströmbarer Stegplatten (1) und je einer quer dazu durchströmbaren Hohlkammer (5) zwischen jeweils zwei aufeinanderfolgenden Stegplatten (1), wobei die Deckschichten (2, 2') von jeweils aufeinanderfolgenden Stegplatten (1) an ihren Enden über die dazwischen eingeschlossene Hohlkammer (5) hinweg gegeneinander geneigt und über die ganze Breite dicht miteinander verbunden sind.



EP 0 315 052 A1

Die Erfindung betrifft einen Kreuzstrom-Wärmetauscherkörper aus Kunststoff, der aus einem Stapel von extrudierten Stegplatten zusammengesetzt ist und dem Wärmeaustausch zwischen strömenden Medien dient. Im Gegensatz zu einem vollständigen Wärmetauscher, zu dem auch die Zu- und Abführungsleitungen für die strömenden Medien nebst den erforderlichen Sammelkästen gehören, soll mit dem Begriff "Wärmetauscherkörper" nur die Anordnung von durchströmbaren Kanälen, zwischen denen Wärme übertragen wird, bezeichnet werden.

#### Stand der Technik

Obwohl Kunststoffe allgemein schlechtere Wärmeleiter sind als Metalle, haben Wärmetauscher aus Kunststoff für die Anwendungen eine beträchtliche Bedeutung erlangt, wo es auf eine einfache und billige Herstellungsweise und niedrige Materialkosten ankommt, die mit Wärmetauschern aus Metall nicht erreichbar wären. Auch das geringere Gewicht kann für die Wahl von Kunststoff als Werkstoff für Wärmetauscher maßgeblich sein.

In jedem Fall wird die Wirtschaftlichkeit großer Wärmetauscheranlagen, wie sie in Trockenkühltürmen oder Abgasentschwefelungsanlagen gebraucht werden, von dem technischen Aufwand zur Herstellung der Wärmetauscherkörper entscheidend beeinflusst.

Extrudierte Stegplatten aus Kunststoff, bestehend aus zwei ebenen, parallelen Deckschichten und dazwischen angeordneten, einstückig mit den Deckschichten coextrudierten Stegen, welche parallel durchströmbare Hohlkammern umschließen, sind wegen ihrer niedrigen Herstellungskosten hervorragende Aufbauelemente für Wärmetauscherkörper. Nach DE-A 27 51 115 werden Stegplatten aus Kunststoff mittels eines auf die Deckschichten aufgebrachten Klebstoffes zu einem Stapel verklebt. Gemäß EP-B 167 938 werden bei einer solchen Anordnung zwecks Vereinfachung des Herstellungsverfahrens die gestapelten Stegplatten nur im Bereich ihrer Stirnseiten miteinander verbunden, beispielsweise mittels eines zwischengelegten Heizdrahtes, der durch Anlegen einer elektrischen Spannung über die Schmelztemperatur des Kunststoffes erhitzt wird und zur Verschweißung der aufeinanderliegenden Kunststoffflächen führt.

Kreuzstrom-Wärmetauscherkörper, die aus extrudierten Stegplatten aus Kunststoff zusammengesetzt sind und zwischen je zwei parallel durchströmbaren Stegplatten eine quer dazu durchströmbare Hohlkammer enthalten, sind auch aus FR-A 2 469 684 und DE-A 31 37 296 bekannt. In beiden Fällen haben die Stegplatten ein bis zu den Stirnflächen gleichbleibendes Profil. Eine Verbin-

dungstechnik, die einen schnellen und einfachen Aufbau eines Wärmetauscherkörpers aus einer Vielzahl von Stegplatten gestattet, ist in keiner dieser Druckschriften beschrieben. Ein Nachteil der bekannten Wärmetauscherkörper liegt in dem ungünstigen Anströmprofil der offenen Stirnseiten.

#### Aufgabe und Lösung

Ziel der Erfindung war die Schaffung eines Kreuzstrom-Wärmetauscherkörpers aus einem Stapel von extrudierten Stegplatten aus Kunststoff, der ein vorteilhaftes Anströmprofil hat und einfach und zuverlässig herstellbar ist.

Dieses Ziel wird mit dem Kreuzstrom-Wärmetauscherkörper gemäß den Ansprüchen erreicht. Eine zweckmäßige Gestaltung ist in der beigefügten Figur als Schnittbild des Randbereichs dargestellt, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit ein Stapel aus nur drei Stegplatten gezeigt wird.

#### Ausführung der Erfindung

Die Hohlkammern 4 in allen Stegplatten 1 sind parallel ausgerichtet und an den stirnseitigen Enden offen und daher in der Extrusionsrichtung der Stegplatten durchströmbare. Dagegen sind die von den Stegplatten 1 eingeschlossenen Hohlkammern 5 an den Stirnseiten der Stegplatten geschlossen und an den Seiten des Wärmetauscherkörpers, an denen die Stegplatten durch ihre Randstege verschlossen sind, offen und deshalb quer zu den Hohlkammern 4 durchströmbare.

Die Neigung und Verbindung der Deckschichten an den Stirnseiten der Stegplatten 1 führt zu trichterförmigen Öffnungen der Hohlkammern 4. Dadurch wird für das einströmende Medium ein günstiges Anströmprofil mit niedrigem Strömungswiderstand erreicht. Durch Anschluß von Sammelkästen und Zu- und Abführungsleitungen für die strömenden Medien an allen vier Seiten des in der Regel rechteckigen Wärmetauscherkörpers erhält man einen Kreuzstrom-Wärmetauscher mit vorteilhaften Eigenschaften. Vom wirtschaftlichen Gesichtspunkte liegt in der einfachen Herstellbarkeit der neuen Wärmetauscherkörper ein entscheidender Vorteil vor den bekannten Gestaltungen.

Die zum Aufbau des Wärmetauscherkörpers verwendeten Stegplatten sind durch Extrusion aus thermoplastischem Kunststoff hergestellt. Der Kunststoff muß gegenüber den durchströmenden Medien beständig sein und eine oberhalb der höchsten Betriebstemperatur liegende Erweichungstemperatur haben. Soweit diese Voraussetzungen erfüllt sind, können alle extrudierbaren Kunststoffe verwendet werden, wie z. B. Polyäthy-



len, Polypropylen, Polyvinylchlorid, Polystyrol oder Polymethylmethacrylat. Für Betriebstemperaturen über 100 bis etwa 120 °C sind Polycarbonat- und Polysulfon-Kunststoffe brauchbar. Für Betriebstemperaturen bis 150 °C können z.B. Polyphenylenoxide, Polyätherimide oder Polyäthersulfone verwendet werden.

Zweckmäßige Abmessungen der Stegplatten sind eine Länge von 500 bis 3000 mm, eine Breite von 300 bis 2000 mm und eine Dicke von 3 bis 30 mm, jedoch sind diese Abmessungen nicht kritisch. Die Deckschichten 2 und die Stege 3 können entsprechend den statischen Erfordernissen bei der Betriebstemperatur eine - meistens etwa gleiche - Dicke von 0,5 bis 5 mm haben. Die Hohlkammern 4 werden durch die Stege 3 und die dazwischenliegenden Abschnitte der Deckschichten 2 begrenzt. Die Stege können senkrecht zu den Deckschichten oder schräg dazu stehen. Der Wärmeübergang zwischen dem stömenden Medium und der Stegplatte wird verbessert, wenn man durch eine geeignete Geometrie des Hohlkammerquerschnittes für eine turbulente Durchströmung Sorge trägt. Das kann auch durch Wellung der Stege in Längsrichtung gefördert werden. Verfahren zur Herstellung von Stegplatten mit gewellten Stegen sind bekannt.

Der Wärmetauscherkörper besteht in der Regel aus mehr als 2, vorzugsweise aus 5 bis 100 miteinander zu einem Stapel verbundenen Stegplatten 1. Ihre Deckschichten 2,2', zumindest soweit sie Hohlkammern 5 begrenzen, sind an den stirnseitigen Enden über die dazwischenliegenden Hohlkammern hinweg gegeneinander geneigt und über die ganze Breite der Stegplatten dicht miteinander verbunden. Der Bereich, in dem die Deckschichten geneigt sind, kann sich beispielsweise über eine Länge vom ein- bis zweifachen der Dicke der Stegplatte erstrecken. Vorzugsweise sind die Stege 3 bis zu dieser Tiefe ausgeschnitten, insbesondere ausgefräst, wenn das nicht der Fall sind, müssen sie eine der Neigung der Deckschichten folgende, zum Ende hin zunehmende Höhe haben, was durch Dehnung im thermoelastischen Zustand gleichzeitig mit der Verformung der Deckschichten erreichbar ist. Die Neigung zweier eine Hohlkammer 5 begrenzender Deckschichten 2, 2' ist in der Regel gleichgroß, so daß sie sich in der Mittelebene der Hohlkammer 5 treffen und dort dicht verbunden sind. Die Dicke der Hohlkammern 5 wird durch die Stärke der Neigung der Deckschichten bestimmt. Zweckmäßig liegt diese Dicke etwa in der gleichen Größe wie die der Hohlkammern 4 innerhalb der Stegplatten 1, jedoch kann das Verhältnis dieser Dicken in einem breiteren Bereich von etwa 1 : 3 bis 3 : 1 liegen.

Die Verbindung der gegeneinander geneigten Enden der Deckschichten 2,2' soll so dicht sein, daß ein Durchtritt der durch die Hohlkammern strö-

menden Medien in beiden Richtungen weitgehend oder ganz unterbunden ist. Eine dichte Verbindung wird durch aufgeklebte U-Profile, durch Verkleben oder vorzugsweise durch Verschweißen zu einer Schweißnaht 9 erreicht.

Wenn die Hohlkammern 5 nur durch die geneigten und verbundenen Enden der Deckschichten 2,2' abgeschlossen sind, hat der Wärmetauscherkörper eine nicht für alle Zwecke ausreichende Festigkeit. Zur Verbesserung der Festigkeit und Steifigkeit sind in den Hohlkammern vorzugsweise Abstandhalter 6 von der Dicke der Hohlkammern angeordnet und stützen die anliegenden Deckschichten 2, 2' ab. Vorzugsweise sind die Abstandhalter 6 durchgehend parallel zu den Stirnseiten der Stegplatten nahe an den geneigten Enden angeordnet. Sie können Hohlkammern 7 enthalten, die ebenso wie die Hohlkammern 5 quer zur Extrusionsrichtung der Stegplatten durchströmbar sind. Es ist vorteilhaft, wenn die Abstandhalter 6 seitliche Fortsätze 8 aufweisen, mit denen sie in die Verbindung der Deckschichten hineinragen und gleichfalls mit diesen verbunden sind. Vorzugsweise bilden die geneigten Enden der Deckschichten 2,2' und die Fortsätze 8 der Abstandhalter zusammen die Schweißnaht 9. Obwohl die Abstandhalter grundsätzlich aus jedem geeigneten Werkstoff, von ausreichenden Druckfestigkeit bestehen können, bestehen sie vorzugsweise aus dem gleichen Kunststoff wie die Stegplatten 1. Sie können einschließlich der seitlichen Fortsätze 8 durch Extrusion erzeugt worden sein. Wenn der Wärmetauscherkörper eine beträchtliche Länge hat, kann es zur Steigerung seiner Steifigkeit und Druckfestigkeit zweckmäßig sein, weitere Abstandhalter an einer oder mehreren Stellen zwischen den Stirnseiten der Stegplatten anzuordnen. Ebenso ist es möglich, als Abstandhalter Stegplatten zu verwenden, die die Hohlkammern 5 im wesentlichen ausfüllen. Sie können an den aus dem Wärmetauscherkörper herausragenden Enden in der gleichen Weise miteinander verbunden sein wie die Stegplatten 1 und zeichnen sich dann durch gleichgute Anströmigenschaften aus.

Die neuen Wärmetauscherkörper lassen sich auf einfache Weise herstellen. Dazu werden alle Stegplatten 1 auf die gleiche gewünschte Länge zugeschnitten und ihre Stege bis zur Tiefe der notwendigen Verformung ausgeschnitten. Die Stegplatten, deren Deckschichten an ihren Stirnseiten noch nicht geneigt sind, werden in einem Abstand, der der gewünschten Dicke der Hohlkammern 5 entspricht, so gestapelt, daß ihre Stirnflächen in einer Ebene liegen. Vorzugsweise geschieht das durch Einfügen je eines Abstandhalters 6 an jeder Stirnseite einer Stegplatte. Die stirnseitigen Enden der Deckschichten 2, 2' werden durch Auflegen von durchgehenden beheizten Schweißbacken bis

zur Erweichungstemperatur des Kunststoffes erwärmt und dann durch Annähern der Schweißbacken paarweise aneinandergepreßt. Sofern Abstandhalter 6 mit Fortsätzen 8 mitverwendet werden, werden diese gleichzeitig erhitzt und - soweit nötig - mitverformt. Wenn eine Verbindung durch Aufsteckprofile oder durch Klebstoff beabsichtigt ist, kann man die verformten Enden der Stegplatten in dieser Stellung erkalten lassen und verbindet sie danach. Vorzugsweise werden die verformten Enden der Deckschichten sowie gegebenenfalls die Fortsätze der Abstandhalter 6 im Berührungsbereich bis zum Schmelzen erhitzt und eine Schweißnaht 9 gebildet.

Das Profil der Schweißbacken sollte so beschaffen sein, daß es formgebend auf die Enden der Deckschichten 2 und 2' einwirkt und die Ausbildung trichterförmiger Eingänge in die Hohlkammern 4 mit einem günstigen Anströmprofil fördert. Vorzugsweise haben die Schweißbacken ein halbkreis- bzw. halboval-förmiges Profil. Werden Stegplatten eingesetzt, bei denen die Stege nicht bis zur Tiefe der gewünschten Verformung ausgeschnitten sind, so werden kammartige Schweißbacken verwendet, die in die Enden der Hohlkammern 4 eingreifen und die Stege 3 ebenfalls auf die Erweichungstemperatur erhitzen.

Sobald die Schweißnaht 9 gebildet ist, können die Schweißbacken abgenommen werden. In der Regel ist es nicht notwendig, die Schweißnaht zusammen mit den Schweißbacken abkühlen zu lassen. Dadurch ergibt sich eine hohe Arbeitsschwindigkeit.

## Ansprüche

1. Kreuzstrom-Wärmetauscherkörper aus einem Stapel verbundener durchströmbarer Stegplatten (1) aus Kunststoff, bestehend aus zwei ebenen, parallelen Deckschichten (2) und dazwischen liegenden, einstückig mit diesen verbundenen parallelen Stegen (3), welche parallel durchströmbare Hohlkammern (4) umschließen, wobei eine Vielzahl von Stegplatten so in einem Stapel angeordnet ist, daß ihre Hohlkammern parallel durchströmbar sind und daß zwischen jeweils zwei solchen im Stapel aufeinanderfolgenden Stegplatten eine quer dazu durchströmbare Hohlkammer (5) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschichten (2,2') von jeweils zwei Stegplatten, die einer, quer durchströmbaren Hohlkammer (5) benachbart sind, an ihren Enden über die dazwischenliegende Hohlkammer (5) hinweg gegeneinander geneigt und über die ganze Breite dicht miteinander verbunden sind.

2. Kreuzstrom-Wärmetauscherkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in den quer durchströmbaren Hohlkammern (5) Abstandhalter (6) von der Dicke der Hohlkammern angeordnet sind.

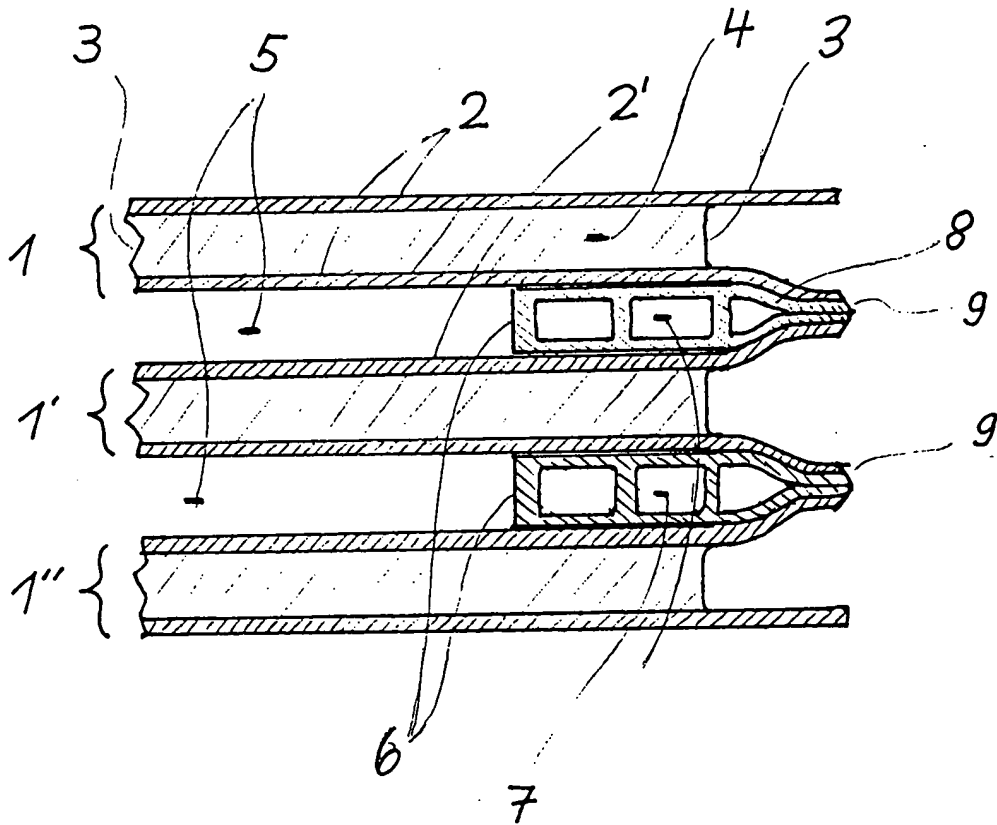
3. Kreuzstrom-Wärmetauscherkörper nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandhalter (6) quer durchströmbare Hohlkammern (7) enthalten.

4. Kreuzstrom-Wärmetauscherkörper nach den Ansprüchen 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Teil der Abstandhalter (6) seitliche Fortsätze (8) aufweisen, die in die Verbindung der Deckschichten (2,2') hineinragen und ebenfalls mit diesen verbunden sind.

5. Kreuzstrom-Wärmetauscherkörper nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege im Endbereich der Stegplatten (2) wenigstens bis zu der Tiefe, in der die Deckschichten geneigt sind, ausgeschnitten sind.

6. Kreuzstrom-Wärmetauscherkörper nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschichten (2,2') durch eine Schweißnaht (9) dicht verbunden sind.

7. Kreuzstrom-Wärmetauscherkörper nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die durch Hohlkammern (7) quer durchströmbaren Abstandhalter (6) die Hohlkammern (5) im wesentlichen ausfüllen und an ihren seitlich aus dem Stapel herausragenden Enden in gleicher Weise wie die Stegplatten (1) geformt und aufeinanderfolgende Abstandhalter dicht miteinander verbunden sind.



THIS PAGE BLANK (10/27/00)



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 88 11 7901

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
Y	EP-A-0 044 561 (MUANYAGIPARI KUTATO INTEZET) * Zusammenfassung; Figuren 2,3 *	1-3,6,7	F 28 D 9/02 F 28 F 3/12
Y	US-A-3 274 672 (DORE) * Spalte 2, Zeilen 32-45; Figur 3 *	1-3,6,7	
A	FR-A-2 318 398 (CARL MUTERS) * Figur 3 *	5	
A	US-A-1 409 967 (PRAT) * Seite 3, Zeilen 4-17; Figur 12 *	1	
D,A	DE-A-3 137 296 (SCHULZE-BERGE) * Figuren 1,3 *	1,7	
A	FR-A-2 449 261 (HOVAL INTERLITZ) * Figur 1 *	1	
A	US-A-2 959 401 (BURTON)	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			F 28 D F 28 F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	09-01-1989	HOERNELL, L.H.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

THIS PAGE BLANK (USPTO)